

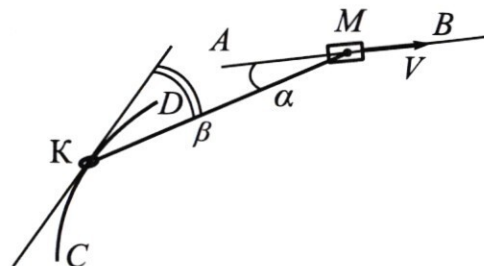
Олимпиада «Физтех» по физике, (

Класс 11

Вариант 11-03

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без в.

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 34$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,3$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 0,53$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/4$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 3/5$) с направлением движения кольца.

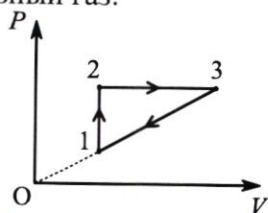


- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
 - 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
 - 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.
2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V (см. рис.). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.

1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.

2) Найти в изобарном процессе отношение изменения внутренней энергии газа к работе газа.

3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, радиус обкладок намного больше расстояния d между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,3d$ от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица и вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам со скоростью V_1 . Удельный заряд частицы $\frac{|q|}{m} = \gamma$.

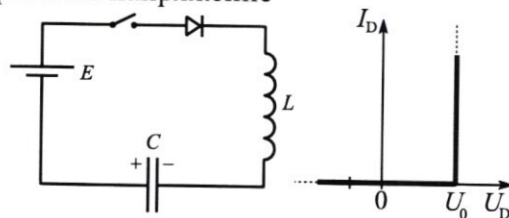
1) Через какое время T частица будет находиться на одинаковых расстояниях от обкладок?

2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.

3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 2$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.



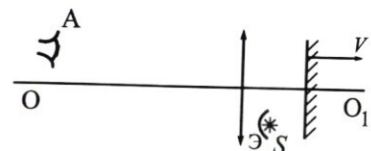
- 1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
- 3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии плоскости $F/4$ от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $3F/4$ от линзы.

1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

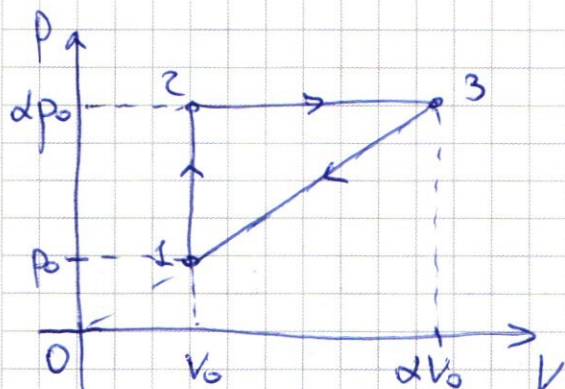
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 2



1) Надем угаты, на которых температура газа повышается:

$$1 \rightarrow 2: pV = \nu RT \text{ (з. М-К)}$$

$$V = \text{const}, p \uparrow \Rightarrow T \uparrow \Rightarrow \text{подходит}$$

$$2 \rightarrow 3: pV = \nu RT \text{ (з. М-К)}$$

$$V \uparrow, p = \text{const} \Rightarrow T \uparrow \Rightarrow \text{подходит}$$

$$3 \rightarrow 1: pV = \nu RT \text{ (з. М-К)}$$

$$V \downarrow, p \downarrow \Rightarrow T \downarrow \Rightarrow \text{не подходит.}$$

Пусть c_p - молярная теплоемкость газа в изобарном процессе
 c_v - молярная теплоемкость газа в изохорном процессе
 c - молярная теплоемкость газа в процессе $3 \rightarrow 1$.

Из теории известно, что:

$$c_p = \frac{z}{2} R + R = \frac{z+2}{2} R$$

$$c_v = \frac{z}{2} R$$

$$c = \frac{c_p + c_v}{2} = \frac{\frac{z+2}{2} R + \frac{z}{2} R}{2} = \frac{z+2+z}{4} R = \frac{z+1}{2} R$$

$$\Rightarrow \left. \begin{aligned} c_p &= \frac{5}{2} R \\ c_v &= \frac{3}{2} R \\ c &= \frac{4}{2} R = 2R \end{aligned} \right\}$$

П.к. газ одноатомный $\Rightarrow z=3$

Т.к. просит найти отношение теплоемкостей на угатных циклах, где температура повышается, то:

$$\boxed{\frac{c_p}{c_v} = \frac{5}{3}} \text{ - отношение теплоемкостей процессов } 2 \rightarrow 3 \text{ и } 1 \rightarrow 2$$

2) Для изобарного процесса:

$$\Delta U = \frac{z}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \text{ (зак. К.Т.)}$$

$$A = p \Delta V$$

$$pV = \nu RT \text{ (з.и.к.)} \Rightarrow p dV + V dp = \nu R dT$$

$$p = \text{const} \Rightarrow dp = 0$$

$$\Rightarrow \left. \begin{array}{l} \nu R dT = p dV \Rightarrow \nu R \Delta T = p \Delta V \\ \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \\ A = p \Delta V \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\Delta U}{A} = \frac{\frac{3}{2} p \Delta V}{p \Delta V} = \boxed{\frac{3}{2}}$$

3) Обозначим давление и объем в точке 1 p_1 и V_1 соответственно. Пусть объем в точке 3 больше объема в точке 1 в α раз. Тогда давление также будет больше в α раз, т.к. процесс 3 $\rightarrow$ 1 является пропорциональным. В точке 2 давление равно давлению в точке 3, т.к. 2 $\rightarrow$ 3 изобара, а объем равен объёму в точке 1, т.к. изохора является процесс 1 $\rightarrow$ 2.

$$\eta = \frac{Q^+ - Q^-}{Q^+}$$

$$\eta = \frac{Q^+ - Q^-}{Q^+} = \frac{Q^+ + Q^-}{Q^+} = 1 + \frac{Q^-}{Q^+}, \text{ где } Q^+ \text{ - подведённое тепло, } Q^- \text{ - отведённое тепло.}$$

Рассмотрим процессы:

1 $\rightarrow$ 2: из н.1 решения $\Delta U_{12} > 0$, а $A = 0$, т.к. изохора.

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \Delta U_{12} > 0$$

2 $\rightarrow$ 3: из н.1 решения $\Delta U_{23} > 0$, а $A > 0$, т.к. объем увеличивается, а $A = p \Delta V$. $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} > 0$

3 $\rightarrow$ 1: из н.1 решения $\Delta U_{31} < 0$, а $A < 0$, т.к. объем уменьшается, а $A = \int p dV < 0$. $Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} < 0$.

Тогда $Q^+ = Q_{12} + Q_{23}$, а $Q^- = Q_{31}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Найдём все Q :

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} V_0 (\alpha - 1) p_0 + 0 = \frac{3}{2} p_0 V_0 (\alpha - 1)$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} \alpha p_0 (\alpha - 1) V_0 + \alpha p_0 (\alpha - 1) V_0 = \frac{5}{2} p_0 V_0 \alpha (\alpha - 1)$$

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} = \frac{3}{2} p_0 V_0 (1 - \alpha^2) + \frac{1}{2} p_0 (1 + \alpha) (1 - \alpha) V_0$$

Работу считаем как площадь под графиком процесса с соответствующим знаком.

$$\eta = 1 + \frac{Q^-}{Q^+} = 1 + \frac{Q_{31}}{Q_{12} + Q_{23}} = 1 + \frac{\frac{1}{2} p_0 V_0 (3(1 - \alpha^2) + 1 - \alpha^2)}{\frac{3}{2} p_0 V_0 (3(\alpha - 1) + 5\alpha(\alpha - 1))} =$$

$$= 1 + \frac{4(1 - \alpha^2)}{(\alpha - 1)(3 + 5\alpha)} = 1 + \frac{4(1 - \alpha^2)}{5\alpha^2 - 2\alpha - 3}$$

Максимизируем функцию $\eta(\alpha)$:

$$\eta'(\alpha) = 4 \frac{(-2\alpha)(5\alpha^2 - 2\alpha - 3) - (10\alpha - 2)(1 - \alpha^2)}{(5\alpha^2 - 2\alpha - 3)^2} =$$

$$= 4 \frac{-10\alpha^3 + 4\alpha^2 + 6\alpha - 10\alpha + 10\alpha^3 + 2 - 2\alpha^2}{(5\alpha^2 - 2\alpha - 3)^2} =$$

$$= 4 \frac{2\alpha^2 - 4\alpha + 2}{(5\alpha^2 - 2\alpha - 3)^2} = 8 \frac{(\alpha - 1)^2}{(5\alpha^2 - 2\alpha - 3)^2} = 8 \frac{1}{(5\alpha + 3)^2}$$

т.к. $\alpha \neq 1$

$$\begin{array}{r} 5\alpha^2 - 2\alpha - 3 \quad | \quad \alpha - 1 \\ \underline{5\alpha^2 - 5\alpha} \\ 3\alpha - 3 \end{array}$$

Т.к. $\eta'(\alpha) > 0$ при любом $\alpha > 1$, то $\eta_{\max} = \lim_{\alpha \rightarrow \infty} \eta(\alpha) =$

$$\lim_{\alpha \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{4 \frac{1}{\alpha^2} - 4}{5 - 2 \frac{1}{\alpha} - 3 \frac{1}{\alpha^2}} \right) = 1 - \frac{4}{5} = 0.2, \text{ т.е. } \boxed{\eta_{\max} = 20\%}$$

Задача 4

Дано:

$$\mathcal{E} = 6 \text{ В}$$

$$C = 4 \cdot 10^{-5} \text{ Ф}$$

$$U_1 = 2 \text{ В}$$

$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

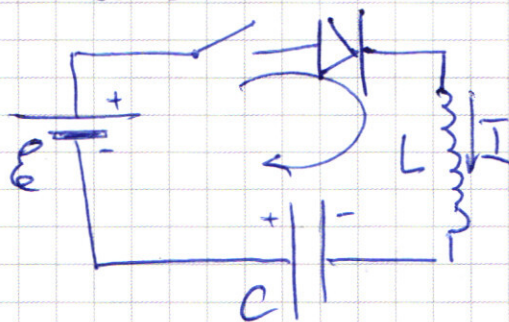
$$U_0 = U_2 = 1 \text{ В}$$

$$(I)' - ?$$

$$I_{\text{max}} - ?$$

$$U_2 - ?$$

Решение:



Запишем уравнения

Кирхгофа для данной цепи:

$$-\mathcal{E} + U_0 + L(I)' - U_1 = 0$$

$$I' = \frac{\mathcal{E} + U_1 - U_0}{L}$$

$$= \frac{6 \text{ В} + 2 \text{ В} - 1 \text{ В}}{0,1 \text{ Гн}} = 70 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

Теперь запишем Кирхгофа в любой другой:

$$-\mathcal{E} + U_0 + L(I)' - \frac{q}{C} = 0$$

$$q' = -I$$

$$\Rightarrow -Lq'' - \frac{q}{C} = \mathcal{E} - U_0 \Rightarrow q'' + \frac{1}{LC}q = \frac{U_0 - \mathcal{E}}{L}$$

$$\Rightarrow q(t) = q_m \cos(\omega t) + \frac{(U_0 - \mathcal{E})C}{\omega^2}$$

$$\begin{cases} I(t) = -q' = -q_m \omega (-\sin \omega t) = q_m \omega \sin \omega t \\ \omega = \sqrt{\frac{1}{LC}} \end{cases}$$

I_m - максимальный ток

$$q(0) = \frac{U_1 C}{\mathcal{E}} = q_m + (U_0 - \mathcal{E})C \Rightarrow q_m = (\mathcal{E} + U_1 - U_0)C$$

$$I(0) = 0$$

$$I_m = q_m \omega = \frac{(\mathcal{E} + U_1 - U_0)C}{\sqrt{LC}} = (\mathcal{E} + U_1 - U_0) \cdot \sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$= (6 \text{ В} + 2 \text{ В} - 1 \text{ В}) \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 10^{-5} \text{ Ф}}{1 \cdot 10^{-1} \text{ Гн}}} = 14 \cdot 10^{-2} \text{ А} = 0,14 \text{ А}$$

Решение задачи проведем исходя из того, что диод будет всегда открыт, но это не так, т.к. ток через него не может течь в отрицательную сторону, что показано на рисунке.

Проверим для начала, будет ли достигнута I_m .

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Диод будет открыт до тех пор, пока ток течёт в
правильном направлении. Т.е. пока $I > 0$. Таким об-
разом, в процессе в цепи установится, когда ток
внезапно замкнётся и диод перестанет пропускать.

$$I(\tau) = q_m \omega \sin(\omega \tau) = 0 \Rightarrow \omega \tau (\omega \tau) = \omega \tau (\pi) = \pi$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \omega = \frac{2\pi}{T} \\ \tau = \frac{T}{2} \end{array} \right.$$

$$q(\tau) = (E + U_1 - U_0)C \cdot \cos(\omega \tau) + (U_0 - E) \cdot C =$$

$$= (U_0 - E - E - U_1 + U_0)C = (2U_0 - 2E - U_1)C =$$

$$= (2 \cdot 18 - 2 \cdot 6 - 2) \cdot 4 \cdot 10^{-5} \text{ Ф} = -48 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$$

$$U_2 = \frac{|q(\tau)|}{C} = \frac{48 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}}{4 \cdot 10^{-5} \text{ Ф}} = 12 \text{ В}$$

Заметим, что знак "-" указывает на то, что левая
пластина заряжена отрицательно, а правая - положительно.

Ответ: $I' = 70 \text{ А/с}$; $I_{\text{max}} = 0,14 \text{ А}$; $U_2 = 12 \text{ В}$

Задача 3

Дано:

$$R \gg d$$

$$x_0 = 0,3d$$

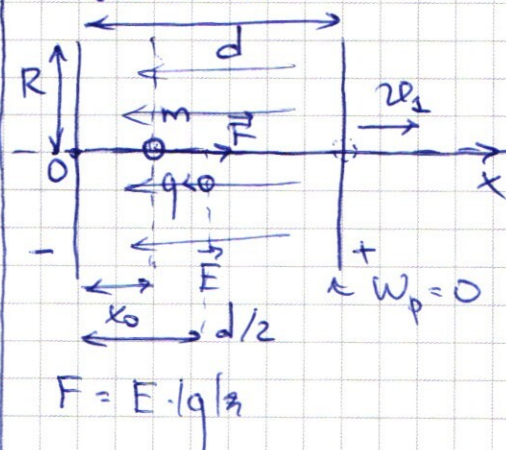
$$q < 0$$

$$v_1$$

$$v = \frac{|q|}{m}$$

$T; Q; v_2 - ?$

Решение:



Т.к. напряженность поля
внутри конденсатора не
меняется, то и сила,
действующая на зер-
нцу тоже постоянна.

$$\vec{F}_z = m\vec{a} \quad (\text{в } \Sigma_k).$$

на ОХ: $E/|q| = m \cdot a = m \frac{dv}{dt} \Rightarrow E/|q| T = m \cdot v_c$, где v_c - скорость зарядки в центре и/у обкладок (на расстоянии $d/2$ от каждой)

$$\text{ЗСЭ: } W_{p0} + W_{k0} = W_{pс} + W_{kс}$$

Потому $W_p = 0$ на /положительной обкладке, тогда:

$$|q|E(d-x_0) + 0 = |q|E(d-d/2) + \frac{m \cdot v_c^2}{2}$$

$$x_0 = d \cdot 0.3$$

$$v_c = \sqrt{\frac{2|q|E \cdot d(1-0.3-0.5)}{m}} = \sqrt{\frac{0.4Ed|q|}{m}}$$

$$E \cdot v_c \cdot T = \sqrt{0.4Ed|q|} \quad (1)$$

ЗСЭ для полного поворота и момента вылета:

$$W_{p0} + W_{k0} = W_{p1} + W_{k1}$$

$$|q| \cdot E \cdot 0.7d = \frac{m v_1^2}{2} \Rightarrow E = \frac{v_1^2}{1.4 \pi d} \quad (2)$$

$$d - x_0 = d - 0.3d = 0.7d$$

Подставим (2) в (1):

$$T = \sqrt{\frac{0.4Ed|q|}{E^2 \cdot m^2}} = \sqrt{\frac{0.4d}{Em}} = \sqrt{\frac{0.4 \cdot d}{\frac{v_1^2}{1.4 \pi d} \cdot m}} =$$

$$= \sqrt{1.4 \cdot 0.4} \cdot \frac{d}{v_1} = \left| \frac{1.4 \cdot 0.4}{0.56} \right| = \frac{56}{10} \frac{d}{v_1} \approx 5.6 \frac{d}{v_1} \approx 0.75 \frac{d}{v_1}$$

Напряженность поле и/у обкладок равна удвоенной напряженности поле одной обкладки.

$$\left. \begin{aligned} E &= 2E_0 \\ E_0 &= \frac{Q}{2S\epsilon_0} \end{aligned} \right\} \Rightarrow E = \frac{Q}{S\epsilon_0} \Rightarrow Q = ES\epsilon_0 = \frac{S\epsilon_0 v_1^2}{1.4 \pi d} = \left[\frac{5}{7} \frac{S\epsilon_0 v_1^2}{\pi d} \right]$$

Т.к. снаружи нет эл. поля, то и нет сил, действующих на зарядку, т.е. скорость не изменится, тогда: $v_2 = v_1$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1

Дано:

$$V = 34 \cdot 10^2 \text{ м/с}$$

$$m = 0.3 \text{ кг}$$

$$R = 0.53 \text{ м}$$

$$l = 5R/4$$

$$\omega \sin \alpha = 15/17$$

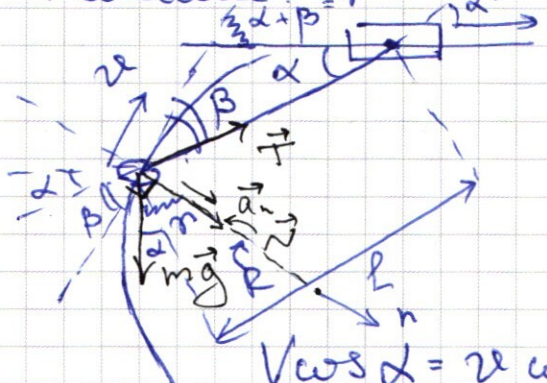
$$\omega \sin \beta = 3/5$$

$v = ?$

$v_{\text{отн}} = ?$

$T = ?$

Решение: $\alpha + \beta = \pi$ (внешн.)



Из условия неразрывности цепи:
проекция скорости
шарика и колеса
вдоль цепи равны:

$$V \omega \sin \alpha = v \omega \sin \beta \Rightarrow (1)$$

$$\Rightarrow v = \frac{V \omega \sin \alpha}{\omega \sin \beta} = \frac{34 \cdot 10^2 \text{ м/с} \cdot 15/17}{3/5} =$$

$$= 50 \cdot 10^2 \text{ м/с}$$

Найдём относительную скорость:

$$\vec{v}_{\text{отн}} = \vec{v}_{\text{отн}} + \vec{v}_{\text{ш}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \vec{v}_{\text{отн}} = \vec{v}_{\text{отн}} - \vec{v}_{\text{ш}} = \vec{v} - \vec{V} \quad (\text{см. рис.})$$

По Т. косинусов:

$$v_{\text{отн}}^2 = v^2 + V^2 - 2vV \cos \pi$$

$$\cos \pi = \cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \left| \begin{array}{l} \sin \alpha = 8/17 \\ \sin \beta = 4/5 \end{array} \right|$$

$$= \frac{15}{17} \cdot \frac{3}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{4}{5} = \frac{13}{85}$$

$$v_{\text{отн}} = \sqrt{34^2 + 50^2 - 2 \cdot 34 \cdot 50 \cdot \frac{13}{85}} \cdot 10^2 \text{ м/с} = 56 \cdot 10^2 \text{ м/с}$$

$$= \left| \begin{array}{l} 50^2 = 2500 \\ 34 \\ 34 \\ 136 \\ 102 \\ 1156 \end{array} \right| \quad \begin{array}{l} 34 = 17 \cdot 2 \\ 85 = 17 \cdot 5 \end{array} \quad \begin{array}{l} 2 \cdot 17 \cdot 2 \cdot 50 \cdot 13 \\ 17 \cdot 8 \\ 2500 \\ 1156 \\ 520 \\ 3136 \end{array} = 40 \cdot 13 = 520 \quad \begin{array}{l} 56 \\ 56 \\ 336 \\ 280 \\ 3136 \end{array}$$

$$\frac{80}{17} +$$

$$\frac{8}{17} \cdot \frac{63}{5} = \frac{8 \cdot 63}{17 \cdot 5} = \frac{25}{8} \cdot \frac{3}{10} =$$

3136

$$\frac{2}{10} \cdot \frac{4}{8} - \frac{13}{85} = \frac{8}{17} \left(\frac{13}{5} + 10 \right) =$$

$$= \frac{8 \cdot 7 \cdot 3}{17 \cdot 2} = \frac{56}{170} = \frac{28}{85}$$

$$\frac{0.25}{0.53} = \frac{25}{53}$$

$$5.6^2 = 31.36$$

5600

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 25 \\ \hline 125 \\ \times 25 \\ \hline 625 \\ \hline 5625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 24 \\ \hline 96 \\ \times 24 \\ \hline 576 \end{array}$$

$$\frac{2}{10} \cdot \frac{2}{10} = \frac{4}{100} = \frac{1}{25}$$

$$\frac{40}{17} \left(2 + \frac{13}{25} \right) = \frac{40 \cdot 63}{17 \cdot 25} = \frac{25}{8} \cdot \frac{3}{10} =$$

Задача 5

Дано:

F

$$h = 3F/4$$

$$h = 3F/4$$

V

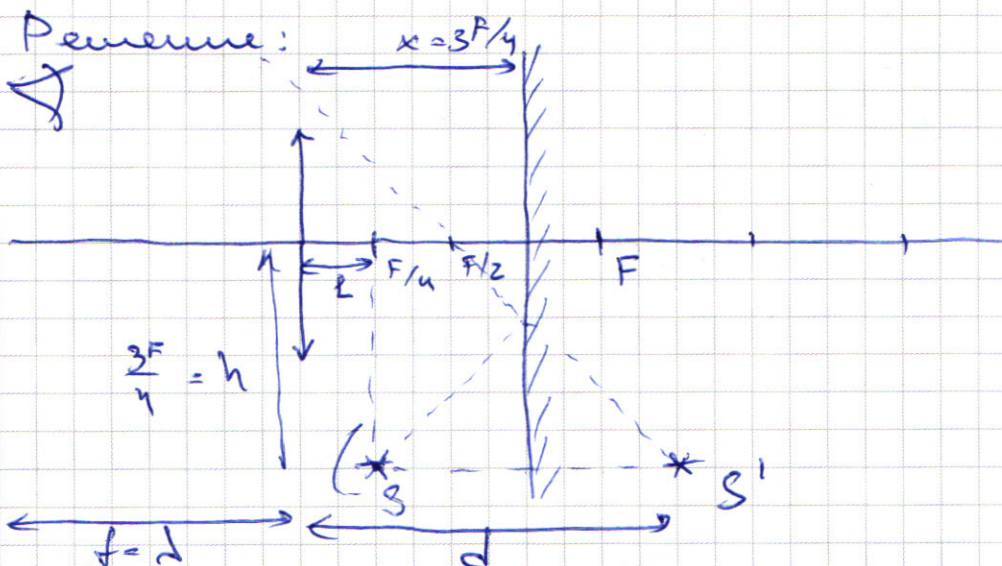
$$x = 3F/4$$

1-?

2-?

3-?

Решение:



Изображение находится на расстоянии от зеркала таком же, как и сам источник.

от S до зеркала: $3F/4 - F/4 = F/2$

Расстоянием от S' до линзы: $2 \cdot F/2 + F/4 = 5F/4 = d$

То же точное линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad \Rightarrow \quad f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{F \cdot \frac{5}{4} F}{\left(\frac{5}{4} - 1\right) F} =$$

$$d > F \Rightarrow \text{изобр. действ.} = F \cdot \frac{5/4}{1/4} = 5F$$

Т.е. изображение можно будет увидеть на расстоянии $5F$ от линзы.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\vec{F}_z = m\vec{a} \quad (\text{ИЗ-К.})$$

Запишем ИЗ-К. в проекции на нормальную ось (проекция $2/3$ центр шарикоподшипника и колеса)

$$N + T \sin \beta + mg \cos \alpha = m a_n = m \frac{v^2}{R} \quad (1)$$

Задерживающую берите; в ОД "Земля".

В ОД "шарик" колесо движется в данный момент по окружности $r = l = 5 \text{ м}$ со скоростью $v_{\text{ш}} = 10 \text{ м/с}$, направленной перпендикулярно шти (т.к. проекция скорости всего шти равна).

$$T + N \sin \beta + mg \cos (\alpha + (90^\circ - \beta)) = m \frac{v_{\text{ш}}^2}{l} \quad (2)$$

$$\alpha = \alpha + \beta$$

$$\alpha + 90^\circ - \beta = \alpha + \beta + 90^\circ - \beta = \alpha + 90^\circ$$

$$\cos (\alpha + 90^\circ) = \cos \alpha \cos 90^\circ - \sin \alpha \sin 90^\circ = -\sin \alpha$$

Имеем систему:

$$\begin{cases} N + T \sin \beta + mg \cos \alpha = m \frac{v^2}{R} \\ T + N \sin \beta + mg \sin \alpha = m \frac{v_{\text{ш}}^2}{l} \end{cases}$$

$$T + \left(m \frac{v^2}{R} - T \sin \beta - mg \cos \alpha \right) \sin \beta = mg \sin \alpha + m \frac{v_{\text{ш}}^2}{l}$$

$$T = m \frac{g \sin \alpha + \frac{v_{\text{ш}}^2}{l} + g \sin \beta \cos \alpha - \frac{v^2}{R}}{\sin \beta}$$

$$= 0.3 \text{ кг} \cdot \frac{10 \text{ Н/кг} \cdot \frac{8}{17} + \frac{(0.56 \text{ м/с})^2 \cos^2 \beta}{5 \cdot 0.53 \text{ м}} + 10 \text{ Н/кг} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{13}{85} - \frac{(0.5 \text{ м/с})^2}{0.53 \text{ м}}}{(3/5)^2}$$

$$\approx \boxed{5 \text{ Н}}$$

Т.к., как было сказано выше, расстояние от S и S' до зеркала равно, то т.к. зеркало удаляется от S со скоростью V , то и S' от зеркала удаляется со скоростью V . Тогда скорость изображения по горизонтали: $2V$.

Пусть изобр. переместилось на $\Delta x = 2V\Delta t$

$$d^* = d + \Delta x \quad \Delta x = 2V\Delta t; \quad d^* = d + \Delta x$$

$$\frac{1}{d^*} + \frac{1}{f^*} = \frac{1}{F} \Rightarrow f^* = \frac{Fd^*}{d^* - F}$$

$$\Delta f^* = f^* - f = F \left(\frac{d^*}{d^* - F} - \frac{d}{d - F} \right) \approx \Delta x \cdot \frac{F}{d - F}$$

$$\left| \frac{d + \Delta x}{d + \Delta x - F} \approx \frac{d + \Delta x}{d - F} - \frac{d}{d - F} \approx \frac{\Delta x}{d - F} \right| F$$

Скорость изображения по горизонтали:

$$\frac{\Delta f^*}{\Delta t} = \Delta x \cdot \frac{F}{(5/4 - 1)F} = 4 \cdot \frac{2V\Delta t}{\Delta t} = 8V$$

Найдем показанное расстояние от OO_1 до изображения.

$$H = \Gamma \cdot h = \frac{f}{d} \cdot h = \frac{5F}{5/4F} \cdot 3F/4 = 3F$$

$$H^* = \Gamma^* \cdot h = \frac{f^*}{d^*} \cdot h = \frac{5F}{d^* - F} \cdot h =$$

$$= \frac{1}{\frac{d}{F} + \frac{\Delta x}{F} - 1} \cdot h = \left(\left(\frac{d}{F} - 1 \right) \left(1 + \frac{\Delta x}{d - F} \right) \right)^{-1} \cdot h \approx$$

$$= \frac{F}{d - F} \cdot \left(1 - \frac{\Delta x}{d - F} \right) \cdot h$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

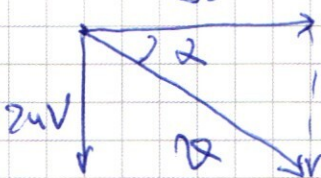
$$I = \frac{Fd}{d-F} \quad \frac{\Delta I}{\Delta t} = F \cdot \frac{\Delta x (d-F) - d \Delta x}{\Delta t (d-F)^2} =$$

$$= - \frac{\Delta x \cdot F^2}{\Delta t (d-F)^2} = -2V \cdot \frac{F^2}{F^2 \left(\frac{1}{4}\right)^2} = -32V \text{ — "знаешь к мизе"}$$

$$H = h \cdot \frac{F}{d-F} \Rightarrow \frac{\Delta H}{\Delta t} = \frac{1}{\Delta t} \cdot h \cdot \frac{0(d-F) - \Delta x \cdot F}{(d-F)^2} =$$

$$= - \frac{\Delta x}{\Delta t} \cdot \frac{Fh}{(d-F)^2} = -2V \cdot \frac{F \cdot 3F/4}{F^2 \cdot \left(\frac{1}{4}\right)^2} = -2V \cdot \frac{3}{4} \cdot 16 = -24V$$

— "знаешь к ом 000."



$$U = \sqrt{32^2 + 24^2} V = \sqrt{8^2(4^2 + 3^2)} V = 8 \cdot 5 = 40 V$$

$$\cos \alpha = \frac{32V}{40V} = 4/5$$

Ответ: на расстоянии $5F$; $\cos \alpha = 4/5$; $U = 40 V$

Задача 2 (дополнение)

$$C = \frac{\delta Q}{\delta T} = \frac{\delta U + A}{\delta T} = \frac{3}{2} \nu R \delta T +$$

$$\nu R \delta T = \nu R V \neq V \nu R$$

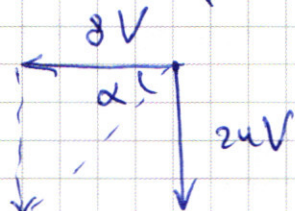
$$\text{Аз } p(V) = \frac{p_0}{V_0} \cdot V$$

$$\Delta H = H^* - H = - \frac{\Delta x}{(d-F)^2} \cdot F \cdot h$$

Скорость изменения по времени:

$$\frac{\Delta H}{\Delta t} = - \frac{F \cdot h}{(d-F)^2} \cdot \frac{2V \Delta t}{\Delta t} = -2V \cdot \frac{F \cdot 3F/4}{F^2 (1/4)^2} =$$

$$= -2V \cdot \frac{3 \cdot 16}{4} = -24V$$



$$v = \sqrt{8^2 + 24^2} V =$$

tg $\alpha = 3$, нулем бросо бунз.

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 24 \\ \hline + 96 \\ + 48 \\ \hline 576 \\ + 64 \\ \hline 640 \end{array} \quad \begin{array}{r} 26 \\ \times 26 \\ \hline + 156 \\ + 52 \\ \hline 676 \end{array}$$

$$\approx 25 V$$

Ответ: